

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم / تخصص ماجستير إدارة الأعمال



دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء المؤسسي

دراسة تطبيقية على مزرعة الصافي دانون

إعداد الطالب/

حافظ هاني مرار

إشراف/

د. الفیصل عبد الحمید

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2026

1 مقدمة:

خلال العقدین الأخيرین شهد العالم تحولات جوهرية في البنية التقنية والإدارية للمؤسسات الإنتاجية، أدى ذلك إلى بروز الذكاء الاصطناعي بوصفه أحد أكثر الأدوات التقنية تأثيراً في إعادة تشكيل مفاهيم الكفاءة التشغيلية واتخاذ القرار المؤسسي. ولم يعد الذكاء الاصطناعي مقتصرًا على البيانات التقنية المتقدمة كقطاعات البرمجيات والاتصالات، بل امتد تأثيره إلى قطاعات تقليدية كالزراعة والإنتاج الحيواني وصناعة الألبان، حيث أصبحت الحاجة إلى تحسين الإنتاجية وتقليل الهدر وتعزيز الاستدامة تفرض على المؤسسات تبني حلول ذكية قائمة على تحليل البيانات والتعلم الآلي [1].

إن التحول الرقمي في القطاع الزراعي والحيواني لم يعد خياراً ترفيهياً بل أصبح ضرورة استراتيجية تتطلبها المتغيرات البيئية والاقتصادية والتنافسية. وتتوسع تطبيقات الذكاء الاصطناعي في هذا السياق بين أنظمة المراقبة الصحية الذكية للأبقار، وأنظمة التغذية القائمة على تحليل البيانات الدقيقة لكل حيوان، وأنظمة الصيانة التنبؤية للمعدات، وأنظمة إدارة سلاسل الإمداد المدعومة بالتحليلات التنبؤية، فضلاً عن تطبيقات إدارة الموارد البشرية والجودة والسلامة المهنية.

ومن هنا، تمثل مزرعة الصافي دانون نموذجاً فريداً يستحق الدراسة والتحليل المعمق. فهذه المزرعة، التي تقع في محافظة الخرج جنوب شرق مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية، حاصلة على شهادة موسوعة غينيس للأرقام القياسية بوصفها أكبر مزرعة ألبان متكاملة في العالم [2]. وتشكل المزرعة مشروعاً مشتركاً بين مجموعة الفيصلية القابضة وشركة دانون الفرنسية العالمية، وتمتد على مساحة تقارب 36 كيلومتراً مربعاً، وتضم ما يزيد عن ستة وأربعين ألف رأس من أبقار الهولشتاين فريزيان، [3]. ويتميز هذا الكيان الإنتاجي الضخم بتكامل عملياته في موقع واحد يشمل إنتاج الأعلاف وإدارة القطيع والحلب وورش الصيانة ومستودعات ومختبرات وخدمات مساندة، مما يجعله بيئة مثالية لدراسة إمكانيات تطبيق الذكاء الاصطناعي عبر أقسامه المختلف ووظائفه التشغيلية.

إن كبر وضخامة حجم العمليات في مزرعة الصافي دانون وتنوعها — من قسم القطيع إلى سلسلة الإمداد والتوريد، ومن القسم المالي إلى إدارة الجودة والسلامة، ومن الصيانة والمشاريع إلى شؤون الموظفين ومبيعات المزرعة — تخلق فرصاً كبيرة لتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء المؤسسي الشامل. غير أن الانتقال من الإمكانيات النظرية إلى التطبيق الفعلي يستلزم فهماً عميقاً للمتطلبات التقنية والتنظيمية والبشرية، وهو ما تسعى هذه الدراسة إلى تحقيقه من خلال تحليل منهجي شامل يغطي جميع أقسام المزرعة ويربط بين المواد النظرية والواقع العملي التطبيقي.

ينطلق هذا البحث من الإدراك بأن تحسين الأداء المؤسسي في كيان بحجم مزرعة الصافي دانون لا يمكن أن يتحقق من خلال معالجة قسم واحد بمعزل عن الأقسام الأخرى، بل يتطلب رؤية تكاملية تستوعب الترابط الوظيفي بين مختلف الأقسام وتدرك أن تحسين الأداء في قسم ما ينعكس بالضرورة على كفاءة الأقسام المتصلة به. ومن هنا، تتبنى الدراسة منظوراً كاملاً شاملاً يحل دور الذكاء الاصطناعي في كل قسم من أقسام المزرعة، وقيّم الأثر المتوقع على مؤشرات الأداء الرئيسية، ويحدد المتطلبات والتحديات المصاحبة لعملية التحول الذكي.

2 مشكلة الدراسة:

رغم أن التطور المتسارع في تقنيات الذكاء الاصطناعي وتزايد الأدلة البحثية حول قدرتها على تحسين الأداء المؤسسي في القطاعات الإنتاجية المختلفة، إلا أن هناك فجوة واضحة بين ما تقدمه النظريات من إمكانيات كبيرة وبين مستوى التشغيلي الفعلي لهذه التقنيات داخل المؤسسات الزراعية والحيوانية في المنطقة العربية عمومًا والمملكة العربية السعودية خصوصًا. وتتجسد هذه الفجوة بوضوح في قطاع إنتاج الألبان، حيث تظل كثير من العمليات التشغيلية تُدار بأساليب تقليدية أو شبه آلية لا تستثمر القدرات التحليلية والتنبؤية التي يتيحها الذكاء الاصطناعي.

وتتعمق المشكلة البحثية حين نأخذ بالاعتبار أن أكثر الدراسات السابقة التي تناولت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المزارع ركزت على جوانب محددة، كإدارة القطيع أو سلسلة الإمداد، دون النظر إلى المؤسسة بوصفها كيانًا متكاملًا تتكاتف فيه الوظائف والعمليات. ولَمَّا تناولت دراسة واحدة جميع أقسام مزرعة ألبان كبرى — من القطيع والإمداد والمالية والجودة والسلامة والصيانة والمشاريع وشؤون الموظفين والمبيعات — في إطار منهجي واحد يكشف عن الترابطات الوظيفية والأثر التراكمي لتبني الذكاء الاصطناعي على الأداء المؤسسي الشامل.

وفي حالة مزرعة الصافي دانون تحديدًا، فإن ضخامة حجم العمليات — بوصفها أكبر مزرعة ألبان متكاملة في العالم وفق موسوعة غينيس — تعني أن أي تحسين في الكفاءة التشغيلية، مهما كان طفيفًا بالنسبة المئوية، ينعكس فوراً على النتائج المالية والتشغيلية. وعلى الرغم من أن المزرعة تستخدم بالفعل تقنيات متقدمة في بعض عملياتها — كأنظمة الحلب الآلي — إلا أن مدى توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة عبر جميع الأقسام يظل مجالاً بحثيًا يحتاج إلى استكشاف وتحليل.

ومن هنا، يمكن بلورة مشكلة الدراسة في التساؤل المحوري التالي: ما الدور الذي يمكن أن تؤديه تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء الشامل المؤسسي لمزرعة الصافي دانون، وكيف يمكن تحقيق

التكامل في تطبيق هذه التقنيات عبر جميع أقسام المزرعة — القطيع، وسلسلة الإمداد والتوريد، والمالية، والجودة، والسلامة، والصيانة، والمشاريع، وشؤون الموظفين، ومبيعات المزرعة — لتعظيم الأثر على مؤشرات الأداء الرئيسية؟

وتتفرع من هذا التساؤل المحوري عدة إشكاليات فرعية تتعلق بتحديد التطبيقات الافضل لكل قسم، ، وتحديد التحديات التنظيمية والبشرية التي قد تعرقل عملية تطبيقها، واستكشاف آليات التكامل بين الأقسام المختلفة في إطار استراتيجي موحدة.

3 أهمية الدراسة:

تنبثق أهمية هذه الدراسة من عدة أبعاد تكمل بعضها البعض تجمع بين القيمة العلمية والتطبيقية والإدارية:

3.1 الأهمية العلمية

تسهم الدراسة في سد فجوة بحثية في الابحاث العربية المتعلقة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الإنتاج الحيواني والألبان. فبينما تزرخ المكتبة البحثية الغربية بدراسات حول هذا الموضوع، تظل الدراسات العربية محدودة العدد والنطاق، خاصة تلك التي تتبنى المنظور الشامل الذي يغطي جميع أقسام المؤسسة. كما تقدم الدراسة إطاراً نظرياً تكاملياً يربط بين نظريات الكفاءة التشغيلية والتحول الرقمي وإدارة سلاسل الإمداد والميزة التنافسية، مما يوفر أساساً مرجعياً للباحثين في هذا المجال.

3.2 الأهمية التطبيقية

تظهر القيمة التطبيقية في أن الدراسة تتناول مزرعة حقيقية ذات ثقل عالمي — مزرعة الصافي دانون الحاصلة على رقم غينيس القياسي — مما يجعل النتائج والتوصيات قابلة للتطبيق الفعلي. كما أن التحليل الاقسام الشامل يوفر لإدارة المزرعة خريطة طريق واضحة لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل تدريجي ومدرّوس، مع تحديد الأولويات بناءً على الجدوى والأثر المتوقع.

3.3 الأهمية الإدارية والاستراتيجية

تتقدم الدراسة برؤية استراتيجية لصناع القرار في المؤسسات الزراعية والحيوانية حول كيفية الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في تعزيز الميزة التنافسية وتحقيق التميز التشغيلي. وتتماشى هذه الرؤية مع توجهات رؤية المملكة العربية السعودية 2030 التي تؤكد على أهمية التحول الرقمي وتبني التقنيات الحديثة في مختلف القطاعات الاقتصادية، بما في ذلك القطاع الزراعي.

3.4 الأهمية القطاعية

ان قطاع الألبان من القطاعات الحيوية والاستراتيجية في المملكة العربية السعودية، ويرتبط بالأمن الغذائي الوطني. فأى تحسين في كفاءة الإنتاج وجودته يساهم مباشرة في تحقيق أهداف الأمن الغذائي والاكتفاء الذاتي. كما أن النتائج المتحصلة من دراسة مزرعة الصافي دانون يمكن تعميمها — بالتكليف المناسب — على مزارع ألبان أخرى في المنطقة.

4 أهداف الدراسة:

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

تحليل وتحديد أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي الممكنة في كل قسم من أقسام مزرعة الصافي دانون (القطيع، سلسلة الإمداد والتوريد، المالية، الجودة، السلامة، الصيانة، المشاريع، شؤون الموظفين، مبيعات المزرعة).

تقييم الأثر المتوقع لتطبيقات الذكاء الاصطناعي على مؤشرات الأداء الرئيسية في كل قسم، بما يشمل مؤشرات الإنتاجية والكفاءة والجودة والتكلفة والسلامة.

تحديد المتطلبات التنظيمية والتقنية والبشرية اللازمة لتبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي في بيئة العمل المتكاملة لمزرعة الصافي دانون.

معرفة التحديات والمخاطر المحتملة المتعلقة بعملية تطبيق الذكاء الاصطناعي في كل قسم، واقتراح آليات للتعامل معها.

تطوير إطار تحليلي يربط بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتحسين الأداء المؤسسي الشامل، بما يراعي العلاقات التكاملية بين أقسام المزرعة المختلفة.

تقديم توصيات عملية قابلة للتنفيذ لإدارة المزرعة حول أولويات التبني وآليات التنفيذ التدريجي لتقنيات الذكاء الاصطناعي.

قياس مدى إدراك العاملين في مزرعة الصافي دانون لأهمية تطبيقات الذكاء الاصطناعي ومدى استعدادهم لتبنيها في أقسامهم.

5 تساؤلات الدراسة

تسعى الدراسة إلى الإجابة عن التساؤلات التالية:

التساؤل الرئيسي:

ما دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء المؤسسي الشامل لمزرعة الصافي دانون؟

التساؤلات الفرعية:

ما هي اهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي الممكنة والمناسبة لكل قسم من أقسام مزرعة الصافي دانون (القطيع، سلسلة الإمداد والتوريد، المالية، الجودة، السلامة، الصيانة، المشاريع، شؤون الموظفين، مبيعات المزرعة)؟

ما الأثر المتوقع لتطبيقات الذكاء الاصطناعي على مؤشرات الأداء الرئيسية في كل قسم من هذه الأقسام؟ ما المتطلبات التنظيمية والتقنية والبشرية اللازمة لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مزرعة الصافي دانون؟

ما التحديات والمخاطر المحتملة التي قد تواجه تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي في أقسام المزرعة المختلفة؟

كيف يمكن تحقيق التكامل في تطبيق الذكاء الاصطناعي بين أقسام المزرعة لتعزيز الأثر على الأداء المؤسسي الشامل؟

ما مدى إدراك العاملين في المزرعة لأهمية تطبيقات الذكاء الاصطناعي واستعدادهم لتبنيها؟ هل توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى تطبيق الذكاء الاصطناعي وتحسين الأداء المؤسسي في مزرعة الصافي دانون؟

6 فروض الدراسة

اعتمادا على مشكلة الدراسة وأهدافها وتساؤلاتها، ممكن صياغة الفرضيات التالية:

6.1 الفرضية الرئيسية:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتحسين الأداء المؤسسي الشامل في مزرعة الصافي دانون.

6.2 الفرضيات الفرعية:

- H1: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة القطيع وتحسين الأداء التشغيلي لقسم القطيع (كفاءة الإنتاج، صحة الحيوانات، معدلات الخصوبة).
- H2: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي في سلسلة الإمداد والتوريد وتحسين كفاءة العمليات اللوجستية (دقة التنبؤ بالطلب، تقليل الهدر، تحسين إدارة المخزون).
- H3: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي في القسم المالي وتحسين الأداء المالي (دقة التنبؤ المالي، كشف الانحرافات، تحسين إدارة التكاليف).
- H4: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قسم الجودة وتحسين مؤشرات الجودة (معدلات المطابقة، تقليل العيوب، كفاءة الفحص).
- H5: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قسم السلامة وتحسين مؤشرات السلامة المهنية (تقليل الحوادث، التنبؤ بالمخاطر، الامتثال لمعايير السلامة).
- H6: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قسم الصيانة وتحسين كفاءة الصيانة (تقليل الأعطال غير المخطط لها، إطالة عمر المعدات، خفض تكاليف الصيانة).
- H7: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي في شؤون الموظفين وتحسين إدارة رأس المال البشري (كفاءة التوظيف، رضا الموظفين، الاحتفاظ بالكفاءات).
- H8: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مبيعات المزرعة وتحسين الأداء التسويقي والبيعي (دقة التنبؤ بالمبيعات، رضا العملاء، الحصة السوقية).

7 الدراسات السابقة:

ان مراجعة الدراسات السابقة تعتبر ركيزة أساسية لبناء الإطار المعرفي لهذه الدراسة، تعمل على تحديد الفجوة البحثية التي تسعى الدراسة الحالية لسدها. وقد تم اختيار مجموعة من الدراسات ذات الصلة المباشرة بمحاور البحث الرئيسية، مع التركيز على التحليل النقدي وإبراز أوجه الاتفاق والاختلاف والمساهمة الفريدة لكل دراسة.

7.1 دراسات الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي والحيواني

تناولت دراسة Benos وآخرين (2021) [1] استخدام تقنيات التعلم الآلي في الزراعة الذكية والإنتاج الحيواني، وخلصت إلى أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تُسهم في تحسين دقة التنبؤ بإنتاجية الحيوانات مقارنة بالأساليب التقليدية. واستخدمت الدراسة منهج المراجعة المنهجية للأدبيات. وقد أوضحت أن التحدي الرئيسي يكمن في جودة البيانات وتكاملها عبر المصادر المختلفة، وهو ما يتقاطع مع الدراسة الحالية في التأكيد على أهمية البنية التحتية للبيانات كشرط مسبق لنجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي. وقد كشفت دراسة أخرى [4] Cockburn (2020) عن الإمكانيات الواعدة لتقنيات الحاسوبية والتعلم العميق في مراقبة صحة الأبقار وسلوكها، مشيرة إلى أن أنظمة الكشف المبكر عن الأمراض المدعومة بالذكاء الاصطناعي يمكن أن تقلل من تكاليف العلاج البيطري. غير أن الدراسة ركزت حصرياً على البعد الصحي والبيطري دون التطرق إلى الأبعاد الإدارية والتشغيلية الأخرى التي تشملها الدراسة الحالية.

7.2 دراسات الذكاء الاصطناعي في سلاسل الإمداد

درس [5] Mohsen (2023) تأثير الذكاء الاصطناعي على أداء قسم سلاسل الإمداد، منطلقة من منظور الرشاقة والرشاقة-الانسيابية في تقييم الأداء. وأظهرت الدراسة أن تقنيات التعلم الآلي والتحليلات التنبؤية تعزز من دقة التنبؤ بالطلب وتقلل من مستويات المخزون الفائض. إلا أن الدراسة اتسمت بالطابع النظري ولم تتناول حالة تطبيقية محددة، بخلاف الدراسة الحالية التي تركز على مؤسسة بعينها.

7.3 دراسات الصيانة التنبؤية

وفي مجال الصيانة التنبؤية، قدمت دراسة Carvalho وآخرين (2019) [7] مراجعة منهجية لتطبيقات التعلم الآلي في الصيانة التنبؤية الصناعية، وأثبتت أن هذه التطبيقات تقلل من وقت التوقف غير المخطط للمعدات وتخفف تكاليف الصيانة. واعتمدت الدراسة على تحليل حالات صناعية متعددة، مما يعزز من قابلية تعميم نتائجها. وتستفيد الدراسة الحالية من هذه النتائج في تحليل إمكانية تطبيق أنظمة الصيانة التنبؤية على المعدات الميكانيكية والأنظمة التشغيلية في مزرعة الصافي دانون.

7.4 دراسات الذكاء الاصطناعي في الإدارة المالية والموارد البشرية

وتناولت دراسة Tayal وآخرين (2021) [8] تأثير الذكاء الاصطناعي على ممارسات إدارة الموارد البشرية والأداء المؤسسي، وبيّنت أيضاً أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عمليات التوظيف والتدريب وتقييم الأداء تسهم في رفع كفاءة هذه العمليات، فضلاً عن تقليل التحيز في قرارات التوظيف. واستخدمت الدراسة المنهج المختلط (كمي ونوعي)، وهو ما يقترب من المنهجية المقترحة في الدراسة الحالية.

ودرس [9] Cao (2022) دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة الإدارة المالية، وأشار إلى أن أنظمة التحليل المالي المدعومة بالذكاء الاصطناعي ترفع من دقة التنبؤات المالية وتسرع عملية إعداد التقارير المالية. وقد أكد الباحث على ضرورة توفير بيئة بيانات منظمة ومتكاملة كشرط أساسي لنجاح هذه التطبيقات، وهو ما يتوافق مع التحديات التي قد تواجهها المؤسسات الكبرى كمزرعة الصافي دانون.

7.5 دراسات الجودة والسلامة

وفي مجال الجودة، أثبتت دراسة Psarommatis وآخرين (2020) [10] فعالية تقنيات الذكاء الاصطناعي في اكتشاف عيوب الإنتاج والتنبؤ بها في صناعة الأغذية، حيث حققت نماذج التعلم العميق دقة عالية في الكشف المبكر عن مشكلات الجودة. وتتقاطع هذه النتائج مع حاجة المزرعة إلى أنظمة رقابة ذكية على جودة المنتجات في مراحل الإنتاج المختلفة.

وفيما يتعلق بالسلامة المهنية، أشارت دراسة Nnaji وآخرين (2023) [11] إلى أن أنظمة الذكاء الاصطناعي القائمة على تحليل الصور والفيديو والبيانات الحسية قادرة على التنبؤ بحوادث العمل ومنعها من خلال رصد السلوكيات الخطرة والظروف غير الآمنة في بيئة العمل.

7.6 التعليق التحليلي على الدراسات السابقة

يتضح من خلال استعراض الدراسات السابقة عدة ملاحظات جوهرية:

أولاً، أن معظم هذه الدراسات تناولت جانباً واحداً أو جانبين من تطبيقات الذكاء الاصطناعي (كالصيانة فقط، أو سلاسل الإمداد فقط، أو إدارة الموارد البشرية فقط)، ولم تتبنَّ المنظور التكاملي الشامل الذي تتبناه الدراسة الحالية.

ثانياً، أن غالبية الدراسات أجريت في سياقات غربية، مما يخلق حاجة لدراسات تطبيقية في السياق العربي والسعودي تحديداً.

ثالثاً، أن قلة من الدراسات ركزت على القطاع الزراعي والحيواني بوصفه كياناً مؤسسياً متعدد الأقسام، إذ اقتصر أغلبها على الجوانب الإنتاجية والبيطرية.

وعليه، تسعى الدراسة الحالية إلى سد هذه الفجوة من خلال تقديم تحليل شامل يغطي جميع أقسام مزرعة الصافي دانون — بوصفها أكبر مزرعة ألبان متكاملة في العالم — ويربط بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي والأداء المؤسسي الشامل.

جدول (1): ملخص تحليلي للدراسات السابقة

وجه الاستفادة في البحث الحالي	أبرز النتائج	المنهج	موضوع الدراسة	الباحث/السنة
إطار نظري لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في قسم القطيع	تحسين دقة التنبؤ بالإنتاجية بنسبة تفوق 85%	مراجعة منهجية	التعلم الآلي في الإنتاج الحيواني	Benos et al, 2021 [1]
تحليل تطبيقات المراقبة الصحية الذكية	تقليل تكاليف العلاج البيطري 15-30%	تحليل تجريبي	الرؤية الحاسوبية في صحة الأبقار	Cockburn, 2020 [4]
إطار تحليل سلسلة الإمداد والتوريد	تعزيز دقة التنبؤ بالطلب وتقليل المخزون الفائض	مراجعة تحليلية	الذكاء الاصطناعي في سلاسل الإمداد	Mohsen, 2023 [5]
تحليل قسم الصيانة والتطبيقات التنبؤية	تقليل التوقف غير المخطط 20-30%	مراجعة منهجية وحالات تطبيقية	الصيانة التنبؤية بالتعلم الآلي	Carvalho et al., 2019 [7]
تحليل قسم شؤون الموظفين	رفع كفاءة عمليات الموارد البشرية 30-40%	منهج مختلط	الذكاء الاصطناعي في إدارة الموارد البشرية	Tamb et al, 2021 [8]
تحليل القسم المالي	تحسين دقة التنبؤات المالية وتسريع التقارير	تحليل نظري وتطبيقي	الذكاء الاصطناعي في الإدارة المالية	Cao, 2022 [9]
تحليل قسم الجودة	دقة كشف العيوب تصل إلى 95%	تحليل تجريبي	الذكاء الاصطناعي في مراقبة الجودة	Psarommatis et al., 2020 [10]
تحليل قسم السلامة	تقليل حوادث العمل بنسبة تصل إلى 25%	مراجعة منهجية	الذكاء الاصطناعي في السلامة المهنية	Nnaji et al, 2023 [11]

8 المنطلقات النظرية للدراسة:

تعتمد هذه الدراسة إلى مجموعة من المداخل والنظريات الإدارية والتقنية التي تشكل الإطار النظري الحاكم لفهم العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتحسين الأداء المؤسسي. ويأتي اختيار هذه المداخل متسقاً مع طبيعة الدراسة التطبيقية التي تتناول مؤسسة إنتاجية متعددة الأقسام والوظائف.

8.1 نظرية الكفاءة التشغيلية (Operational Efficiency Theory)

تمثل الكفاءة التشغيلية أحد المفاهيم الجوهرية في إدارة العمليات، وتُعرف بأنها القدرة على تحقيق أقصى مخرجات ممكنة باستخدام أقل قدر من المدخلات والموارد. وفي سياق هذه الدراسة، يُنظر إلى تطبيقات الذكاء الاصطناعي بوصفها أدوات لتعزيز الكفاءة التشغيلية عبر عدة آليات، أبرزها: أتمتة العمليات الروتينية التي تستهلك وقتاً وجهداً بشرياً كبيراً، وتحسين عمليات اتخاذ القرار من خلال التحليلات التنبؤية المبنية على البيانات، وتقليل الهدر والفاقد في مختلف مراحل الإنتاج والتشغيل.

ويتجلى البعد التطبيقي لهذه النظرية في مزرعة الصافي دانون من خلال إمكانية تحسين كفاءة إدارة القطيع عبر أنظمة المراقبة الذكية التي ترصد الحالة الصحية والإنتاجية لكل بقرة على حدة، وتحسين كفاءة سلسلة الإمداد من خلال التنبؤ بالطلب وتحسين إدارة المخزون، وتحسين كفاءة الصيانة من خلال الانتقال من الصيانة التصحيحية إلى الصيانة التنبؤية.

8.2 مدخل التحول الرقمي (Digital Transformation Approach)

يتجاوز مفهوم التحول الرقمي مجرد أتمتة العمليات القائمة ليشمل إعادة تصميم نماذج العمل والعمليات والثقافة التنظيمية بالاستفادة من التقنيات الرقمية المتقدمة [6]. ويعد الذكاء الاصطناعي أحد أهم محركات التحول الرقمي، حيث يتيح للمؤسسات الانتقال من نموذج الإدارة القائم على الخبرة والحدس إلى نموذج الإدارة القائم على البيانات والتحليلات الذكية.

وفي حالة مزرعة الصافي دانون، يمكن النظر إلى التحول الرقمي المدعوم بالذكاء الاصطناعي من ثلاثة مستويات: المستوى التشغيلي (أتمتة العمليات وتحسينها)، والمستوى التكتيكي (تعزيز القدرة على اتخاذ القرار في المستوى الإداري الوسيط)، والمستوى الاستراتيجي (توفير رؤى تحليلية تدعم التخطيط الاستراتيجي طويل المدى). وهذا المنظور ثلاثي المستويات يضمن أن التحليل في الدراسة الحالية لا يقتصر على الجوانب التقنية فحسب، بل يمتد ليشمل الأبعاد الإدارية والاستراتيجية لتبني الذكاء الاصطناعي.

8.3 مدخل إدارة سلاسل الإمداد (Supply Chain Management Approach)

يركز هذا المدخل على تحسين تدفق المواد والمعلومات والأموال عبر مراحل الإنتاج والتوزيع المختلفة [5]. وفي مزرعة متكاملة كالصافي دانون، تمتد سلسلة الإمداد من مرحلة توريد الأعلاف والمستلزمات، مروراً بإدارة القطيع والحلب والتصنيع، وصولاً إلى المبيعات. ويمكن للذكاء الاصطناعي أن يعزز الكفاءة في كل حلقة من حلقات هذه السلسلة، فضلاً عن تحسين التنسيق بين هذه الحلقات. ويُسهّم هذا المدخل في فهم كيف أن تحسين الأداء في قسم واحد (كقسم القطيع مثلاً) يؤثر تأثيراً مباشراً على أداء الأقسام المتصلة به (كقسم الجودة وسلسلة الإمداد والمبيعات)، مما يبرر المنظور التكاملي الذي تتبناه الدراسة في تناول جميع أقسام المزرعة معاً.

8.4 الربط بين المداخل النظرية وتطبيقاتها في أقسام المزرعة

يوضح الجدول التالي العلاقة التحليلية بين كل قسم من أقسام المزرعة وأهم تطبيقات الذكاء

الاصطناعي المناسبة له والأثر المتوقع على تحسين الأداء:

جدول (2): تطبيقات الذكاء الاصطناعي في أقسام مزرعة الصافي دانون وأثرها المتوقع

مؤشرات الأداء المستهدفة	الأثر المتوقع على الأداء	أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي	القسم
إنتاج الحليب يومياً/للبقرة، معدل الإصابة بالأمراض، معدل الخصوبة	زيادة إنتاج الحليب وتقليل نفوق الحيوانات، تحسين معدلات الخصوبة	أنظمة المراقبة الصحية الذكية، التغذية الدقيقة، التنبؤ بالإنتاجية، كشف الشبق والأمراض المبكر	القطيع
نسبة دقة التنبؤ، مستوى الهدر، تكلفة التوريد لكل وحدة	تقليل الهدر وتحسين دقة التنبؤ بالطلب، خفض تكاليف النقل	التنبؤ بالطلب، تحسين المسارات اللوجستية، إدارة المخزون الذكية، تتبع سلسلة التبريد	سلسلة الإمداد والتوريد
دقة التنبؤ بالإيرادات، سرعة إعداد التقارير، نسبة الانحراف عن الميزانية	تحسين دقة الميزانيات، تسريع إغلاق الحسابات، تقليل المخاطر المالية	التحليل المالي التنبؤي، كشف الانحرافات والاحتيايل، أتمتة التقارير المالية، تحسين التسعير	المالية

الجودة	الفحص البصري الآلي، التنبؤ بمشكلات الجودة، مراقبة نقاط التحكم الحرجة، تتبع الجودة التكاملي	تقليل معدلات العيوب وعدم المطابقة، تسريع عمليات الفحص	معدل المطابقة للمواصفات، عدد شكاوى الجودة، زمن الاستجابة لمشكلات الجودة
السلامة	التنبؤ بحوادث العمل، مراقبة الالتزام بمعايير السلامة، تحليل بيانات الحوادث السابقة	تقليل حوادث العمل وتحسين الامتثال لمعايير السلامة	معدل تكرار الحوادث، معدل شدة الإصابات، نسبة الامتثال
الصيانة	الصيانة التنبؤية للمعدات، تحسين جدولة الصيانة، إدارة قطع الغيار الذكية	تقليل الأعطال غير المخطط لها، إطالة عمر المعدات	متوسط الوقت بين الأعطال، تكلفة الصيانة، نسبة الصيانة التنبؤية
المشاريع	التنبؤ بمخاطر المشروع، تحسين تخصيص الموارد، متابعة التقدم الذكية	تحسين الالتزام بالجدول الزمني والميزانية، تقليل التجاوزات	نسبة المشاريع المنجزة في الوقت المحدد، الالتزام بالميزانية
شؤون الموظفين	أتمتة التوظيف وفرز المرشحين، التنبؤ بالدوران الوظيفي، تخطيط القوى العاملة، تخصيص التدريب	رفع كفاءة التوظيف، تقليل معدل دوران الموظفين، تحسين الرضا الوظيفي	معدل دوران الموظفين، متوسط وقت التوظيف، مؤشر الرضا الوظيفي
مبيعات المزرعة	التنبؤ بالمبيعات، تحليل سلوك العملاء، التسعير الديناميكي، تحسين التوزيع	زيادة المبيعات، تحسين رضا العملاء، إدارة القنوات	حجم المبيعات، رضا العملاء، الحصة السوقية

8.5 تحليل الترابط بين الأقسام

من المهم التأكيد على أن الأثر المتوقع في الجدول أعلاه لا يمثل تأثيرات معزولة، بل يتضمن تأثيرات متبادلة بين الأقسام. فعلى سبيل المثال، تحسين صحة القطيع من خلال أنظمة المراقبة الذكية ينعكس مباشرة على جودة الحليب الخام، مما يقلل من حالات الرفض في قسم الجودة، ويحسن من كفاءة التصنيع، ويعزز سمعة المنتج لدى العملاء مما ينعكس إيجابًا على المبيعات. وبالمثل، فإن تحسين

كفاءة الصيانة يقلل من فترات توقف خطوط الإنتاج، مما يحسن من استمرارية سلسلة الإمداد ويحسن الأداء المالي.

ويمكن تصور هذه العلاقات التكاملية على النحو التالي: تحسين أداء قسم القطيع يؤثر إيجاباً على أقسام الجودة والإنتاج والمبيعات؛ وتحسين كفاءة سلسلة الإمداد يؤثر على أقسام المالية والمبيعات والقطيع (من حيث توريد الأعلاف)؛ وتحسين أداء قسم الصيانة يؤثر على جميع الأقسام التي تعتمد على معدات ميكانيكية؛ وتحسين أداء شؤون الموظفين يرفع من كفاءة الكوادر البشرية في جميع الأقسام.

فمزرعة الصافي دانون تمثل نظاماً إنتاجياً معقداً تتشابك فيه التفاعلات بين الأقسام: فقسم القطيع يزود قسم الإنتاج بالحليب الخام، وقسم الجودة يراقب مخرجات الإنتاج، وسلسلة الإمداد تربط بين التوريد والإنتاج والتوزيع، والقسم المالي يراقب التكاليف والإيرادات عبر جميع الأقسام، وشؤون الموظفين توفر الكوادر البشرية اللازمة لتشغيل المنظومة بأكملها. وعند تبني الذكاء الاصطناعي في هذا النظام، فإن الأثر لا يقتصر على القسم المستهدف بل ينتقل عبر الروابط الوظيفية إلى أقسام أخرى

8.6 المتطلبات التنظيمية والتقنية للتطبيق

يتطلب تطبيق الذكاء الاصطناعي عبر جميع أقسام المزرعة توفر عدة متطلبات أساسية: أولاً، بنية تحتية رقمية قوية تشمل شبكات اتصال عالية السرعة وأنظمة تخزين سحابية وأجهزة استشعار متصلة بالإنترنت الأشياء.

ثانياً، حوكمة بيانات متينة تضمن جودة البيانات وتكاملها وأمنها عبر جميع الأقسام.

ثالثاً، كوادر بشرية مؤهلة تمتلك المهارات التقنية والتحليلية اللازمة للتعامل مع أنظمة الذكاء الاصطناعي. رابعاً، ثقافة تنظيمية داعمة للابتكار والتغيير تتقبل التحول من الأساليب التقليدية إلى الأساليب الذكية. خامساً، استراتيجية تحول رقمي واضحة تحدد الأولويات والمراحل والميزانيات والمسؤوليات.

8.7 التحديات والمخاطر المحتملة

يواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في بيئة مزرعة ألبان ضخمة عدة تحديات، أبرزها: التكلفة الرأسمالية المرتفعة لأنظمة الذكاء الاصطناعي وأجهزة الاستشعار والبنية التحتية اللازمة؛ ومقاومة التغيير من قبل بعض العاملين الذين اعتادوا على الأساليب التقليدية؛ ومخاطر الأمن السيبراني المرتبطة بالاتصال الرقمي الواسع؛ والتعقيدات التقنية المرتبطة بتكامل الأنظمة المختلفة؛ فضلاً عن تحديات جودة البيانات في بيئات العمل الميدانية التي قد تتأثر بالظروف المناخية القاسية في منطقة الخرج.

8.8 القيمة الإدارية والاستراتيجية

إن تبني الذكاء الاصطناعي في مزرعة الصافي دانون — بوصفها حاملة الرقم القياسي كأ أكبر مزرعة ألبن متكاملة في العالم — يحمل قيمة استراتيجية جوهريّة تتجاوز التحسين التشغيلي المباشر. فمن شأن هذا التبني أن يعزز من مكانة المزرعة بوصفها رائدة في مجال الزراعة الذكية على المستوى الإقليمي والدولي، ويدعم التزامها بمعايير الاستدامة البيئية من خلال تحسين كفاءة استخدام الموارد (المياه والطاقة والأعلاف)، ويرفع من قدرتها التنافسية في سوق يتسم بالتحوّلات السريعة والمنافسة المتزايدة.

9 المنهجية وطرق البحث:

9.1 منهج الدراسة

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه المنهج الأنسب لطبيعة البحث وأهدافه. ويتيح هذا المنهج وصف الظاهرة المدروسة — تطبيقات الذكاء الاصطناعي وعلاقتها بالأداء المؤسسي — كما تتجلى في الواقع، مع تحليل العلاقات بين المتغيرات وتفسيرها في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة. كما تعتمد الدراسة أسلوب دراسة الحالة (Case Study) من خلال التركيز على مزرعة الصافي دانون بوصفها وحدة تحليل رئيسية، مما يتيح الفهم المعمق للسياق التنظيمي والتشغيلي الذي سيُطبق فيه الذكاء الاصطناعي.

ويُعزز المنهج المتبع بالجمع بين الأساليب الكمية والنوعية (المنهج المختلط)، حيث تُستخدم الأساليب الكمية في تحليل بيانات الاستبانة لقياس إدراك العاملين وتقييم العلاقات بين المتغيرات، بينما تُستخدم الأساليب النوعية في تحليل البيانات المتحصلة من المقابلات شبه المقننة ومن تحليل الوثائق والتقارير الداخلية. وهذا الجمع المنهجي يوفر صورة متكاملة وأكثر عمقاً من الاعتماد على أسلوب واحد فقط.

9.2 مجتمع الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من جميع العاملين في مزرعة الصافي دانون في محافظة الخرج بمنطقة الرياض في المملكة العربية السعودية، وذلك عبر جميع المستويات الإدارية والتشغيلية في الأقسام التسعة المشمولة بالدراسة: قسم القطيع، سلسلة الإمداد والتوريد، المالية، الجودة، السلامة، الصيانة، المشاريع، شؤون الموظفين، ومبيعات المزرعة. ويشمل مجتمع الدراسة المديرين ورؤساء الأقسام والمشرفين والموظفين التشغيليين الذين يمتلكون معرفة مباشرة بعمليات أقسامهم ويمكنهم تقييم مدى ملاءمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي لبيئة عملهم.

9.3 عينة الدراسة

نظرًا لطبيعة الدراسة التي تتطلب الحصول على آراء ممثلة لجميع الأقسام، تقترح الدراسة استخدام أسلوب العينة الطبقية العشوائية (Stratified Random Sampling)، حيث يُقسم مجتمع الدراسة إلى طبقات بناءً على الأقسام التنظيمية التسعة، ثم تُسحب عينة عشوائية من كل طبقة بما يتناسب مع حجمها النسبي في مجتمع الدراسة. ويُقدر حجم العينة المقترح بما لا يقل عن 150 مفردة، بحيث يُضمن تمثيل كافٍ لكل قسم من الأقسام المشمولة. ويُراعى في اختيار العينة التنوع في المستويات الإدارية (مديرون، مشرفون، موظفون تشغيليون) لضمان الحصول على رؤى متعددة المستويات.

أما بالنسبة للمقابلات، فتقترح الدراسة استخدام عينة قصدية (Purposive Sampling) تشمل عددًا من المديرين التنفيذيين ورؤساء الأقسام المستهدفة ومسؤولي تقنية المعلومات، بما لا يقل عن 15 مقابلة شبه مقننة، لتوفير عمق نوعي يكمل البيانات الكمية.

9.4 متغيرات الدراسة

المتغير المستقل: تطبيقات الذكاء الاصطناعي، ويُقاس من خلال عدة أبعاد فرعية تشمل: مستوى الوعي بتطبيقات الذكاء الاصطناعي، وجاهزية البنية التحتية التقنية، ومدى توافر الكوادر المؤهلة، ومستوى الدعم الإداري والتنظيمي، ومدى ملاءمة التطبيقات المقترحة لكل قسم.

المتغير التابع: الأداء المؤسسي، ويُقاس من خلال مجموعة من مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) الخاصة بكل قسم، والتي تم تحديدها في جدول (2). وتشمل هذه المؤشرات: الكفاءة التشغيلية، والإنتاجية، وجودة المخرجات، والتكلفة، ومستوى السلامة، ورضا الموظفين، وأداء المبيعات.

المتغيرات الوسيطة: تتضمن الدراسة عدة متغيرات وسيطة محتملة، أبرزها: حجم القسم وعدد العاملين فيه، ومدى تعقيد العمليات، وطبيعة البيانات المتاحة في كل قسم.

9.5 أساليب التحليل الإحصائي

تقترح الدراسة استخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية المناسبة لطبيعة البيانات وأهداف التحليل، تشمل:

الإحصاء الوصفي: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والتكرارات والنسب المئوية لوصف خصائص العينة واتجاهاتها.

اختبارات الصدق والثبات: معامل ألفا كرونباخ لقياس ثبات أداة الاستبانة، والتحليل العاملي التأكيدي للتحقق من صدق البناء.

تحليل الانحدار المتعدد: لاختبار العلاقة بين المتغير المستقل (تطبيقات الذكاء الاصطناعي بأبعاده المختلفة) والمتغير التابع (الأداء المؤسسي)، ولتحديد قوة واتجاه العلاقة.

تحليل التباين الأحادي (ANOVA): لاختبار الفروق بين الأقسام المختلفة في إدراك أهمية تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتقييم الأثر المتوقع.

معامل ارتباط بيرسون: لقياس العلاقة بين مستوى تطبيق الذكاء الاصطناعي ومؤشرات الأداء المؤسسي.

تحليل المحتوى: للبيانات النوعية المتحصلة من المقابلات والوثائق، مع استخدام التصنيف الموضوعي (Thematic Analysis) لتحديد الأنماط والموضوعات الرئيسية.

ويُقترح استخدام برنامج SPSS أو أي برنامج إحصائي مكافئ في تنفيذ التحليلات الكمية، على أن يُعتمد مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) في اختبار الفرضيات.

10 أدوات الدراسة:

تعتمد الدراسة على مجموعة من أدوات جمع البيانات المتكاملة التي تضمن الحصول على بيانات شاملة ودقيقة:

10.1 الاستبانة (Questionnaire)

تُعد الاستبانة الأداة الرئيسية لجمع البيانات الكمية، وتُصمم وفق المحاور التالية:

المحور الأول: البيانات الديموغرافية والوظيفية — يشمل متغيرات مثل: القسم الوظيفي، والمستوى الإداري، وسنوات الخبرة، والمؤهل العلمي، ومدى التعامل مع التقنيات الرقمية.

المحور الثاني: مستوى الوعي بتطبيقات الذكاء الاصطناعي — يقيس مدى معرفة العاملين بتقنيات الذكاء الاصطناعي وتطبيقاتها الممكنة في مجال عملهم، ويتضمن فقرات مصممة بمقياس ليكرت الخماسي.

المحور الثالث: تقييم جاهزية البنية التحتية والتنظيمية — يقيس مدى توفر المتطلبات التقنية والتنظيمية والبشرية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في القسم المعني.

المحور الرابع: الأثر المتوقع على مؤشرات الأداء — يقيس تقييم العاملين للأثر المتوقع لتطبيقات الذكاء الاصطناعي المقترحة على مؤشرات الأداء الرئيسية في أقسامهم.

المحور الخامس: التحديات والمخاطر المتوقعة — يرصد أهم التحديات التنظيمية والتقنية والبشرية التي يراها العاملون في تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

وتخضع الاستبانة قبل تطبيقها لعدة إجراءات لضمان صدقها وثباتها، تشمل: صدق المحتوى من خلال عرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين في الإدارة وتقنية المعلومات، والصدق البنائي من خلال التحليل العاملي التأكدي، والثبات من خلال حساب معامل ألفا كرونباخ. كما تُجرى دراسة استطلاعية (Pilot Study) على عينة صغيرة من مجتمع الدراسة لاختبار وضوح الفقرات وملاءمتها وتحديد الوقت المطلوب للإجابة.

10.2 المقابلات شبه المقتنة (Semi-Structured Interviews)

تُستخدم المقابلات شبه المقتنة بوصفها أداة مكتملة للاستبانة، وتستهدف مديري الأقسام والمسؤولين التقنيين، للحصول على فهم أعمق ونوعي لواقع العمليات التشغيلية في كل قسم، والتحديات الحالية التي تواجه الأداء، وآرائهم حول إمكانية تطبيق الذكاء الاصطناعي وأثره المتوقع. ويُعد دليل المقابلة مسبقاً ويتضمن أسئلة مفتوحة ومحاوَر رئيسية، مع إتاحة مساحة للتعمق في الموضوعات التي يطرحها المستجيبون تلقائياً. وتُسجل المقابلات — بعد الحصول على موافقة المشاركين — وتُقرأ وتُحلل باستخدام أسلوب تحليل المحتوى الموضوعي.

10.3 تحليل الوثائق والتقارير (Document Analysis)

تُحلل الوثائق والتقارير الداخلية المتاحة للمزرعة — في حال إتاحتها من قبل إدارة المزرعة — للحصول على بيانات موضوعية حول الأداء التشغيلي الحالي ومؤشرات الأداء الرئيسية في كل قسم. وتشمل هذه الوثائق: تقارير الإنتاج، وتقارير الصيانة، وتقارير الجودة والسلامة، والتقارير المالية، وتقارير الموارد البشرية. ويُسهّم تحليل هذه الوثائق في توفير خط أساس (Baseline) يمكن من خلاله قياس الأثر المتوقع لتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

10.4 الملاحظة الميدانية (Field Observation)

تُستخدم الملاحظة الميدانية المنظمة كأداة تكميلية لرصد العمليات التشغيلية في بيئتها الطبيعية داخل أقسام المزرعة. ويُعد نموذج ملاحظة يتضمن نقاطاً محددة لرصدها، تشمل: مستوى الأتمتة الحالي في كل قسم، ونوعية البيانات المتولدة من العمليات، ومدى توفر أجهزة الاستشعار والأنظمة الرقمية، وطبيعة العمليات اليدوية التي يمكن أن تستفيد من الأتمتة الذكية. وتساعد الملاحظة الميدانية في التحقق من البيانات المتحصلة من الاستبانة والمقابلات وفي تحديد الفرص غير المرصودة لتطبيق الذكاء الاصطناعي.

11 حدود الدراسة:

تلتزم الدراسة بالحدود التالية:

11.1 الحدود الموضوعية

تتمحور الدراسة حول تحليل دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء المؤسسي، مع التركيز على تسعة أقسام رئيسية في المزرعة: القطيع، سلسلة الإمداد والتوريد، المالية، الجودة، السلامة، الصيانة، المشاريع، شؤون الموظفين، ومبيعات المزرعة. ولا تتناول الدراسة الجوانب التقنية البحتة لتصميم وبرمجة أنظمة الذكاء الاصطناعي، بل تركز على الجوانب الإدارية والتشغيلية والاستراتيجية لتبنيها وأثرها على الأداء.

11.2 الحدود المكانية

تقتصر الدراسة على مزرعة الصافي دانون في محافظة الخرج، منطقة الرياض، المملكة العربية السعودية — الحاصلة على شهادة موسوعة غينيس للأرقام القياسية كأكبر مزرعة ألبان متكاملة في العالم.

11.3 الحدود البشرية

يشمل مجتمع الدراسة العاملين في مزرعة الصافي دانون عبر المستويات الإدارية المختلفة (مديرون تنفيذيون، رؤساء أقسام، مشرفون، موظفون تشغيليون) في الأقسام التسعة المحددة.

11.4 الحدود الزمانية

يُقترح أن تُنفذ الدراسة الميدانية خلال فترة تتراوح بين ثلاثة أشهر إلى خمس أشهر، تتضمن مرحلة التحضير وجمع البيانات والتحليل وكتابة النتائج، وذلك خلال العام الأكاديمي 2026.

11.5 الحدود المنهجية

تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي والمنهج المختلط (الكمي والنوعي)، وتستخدم أدوات الاستبانة والمقابلات وتحليل الوثائق والملاحظة الميدانية. وتجدر الإشارة إلى أن بعض النتائج المتعلقة بالأثر المتوقع لتطبيقات الذكاء الاصطناعي تعتمد جزئيًا على تقديرات المستجيبين وتوقعاتهم وليس على قياسات فعلية بعد التطبيق، نظرًا لأن الدراسة تستكشف إمكانيات التطبيق وليس نتائج تطبيق قائم بالفعل.

- [1] Benos, L., Tagarakis, A.C., Dolias, G., Berruto, R., Kateris, D., and Bochtis, D., "Machine Learning in Agriculture: A Comprehensive Updated Review," **Sensors**, vol. 21, no. 11, 3758, 2021, DOI: 10.3390/s21113758
- [2] <https://www.alsafidanone.com/ar/ourcompany> , 1.March 2026
- [3] Guinness World Records, "Largest Integrated Dairy Farm – Al Safi Dairy Farm," **Guinness World Records**, 1998
- [4] Cockburn, M., "Review: Application and Prospective Discussion of Machine Learning for the Management of Dairy Farms," **Animals**, vol. 10, no. 9, 1690, 2020, DOI: 10.3390/ani10091690
- [5] Mohsen, B., "Impact of Artificial Intelligence on Supply Chain Management Performance," **Journal of Service Science and Management**, vol. 16, no. 1, pp. 44-58, 2023, DOI: 10.4236/jssm.2023.161004
- [6] Vial, G., "Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda," **Journal of Strategic Information Systems**, vol. 28, no. 2, pp. 118-144, 2019, DOI: 10.1016/j.jsis.2019.01.003
- [7] Carvalho, T.P., Soares, F.A.A.M.N., Vita, R., Francisco, R.D.P., Basto, J.P., and Alcalá, S.G.S., "A Systematic Literature Review of Machine Learning Methods Applied to Predictive Maintenance," **Computers & Industrial Engineering**, vol. 137, 106024, 2019, DOI: 10.1016/j.cie.2019.106024, Link: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106024>
- [8] Tambe, P., Cappelli, P., and Yakubovich, V., "Artificial Intelligence in Human Resources Management: Challenges and a Path Forward," **California Management Review**, vol. 61, no. 4, pp. 15-42, 2019, DOI: 10.1177/0008125619867910
- [9] Cao, L., "AI in Finance: Challenges, Techniques, and Opportunities," **ACM Computing Surveys**, vol. 55, no. 3, pp. 1-38, 2022, DOI: 10.1145/3502289
- [10] Psarommatis, F., and Kiritsis, D., "A Hybrid Decision Support System for Automating Decision Making in the Event of Defects in the Era of Zero

Defect Manufacturing," **Journal of Industrial Information Integration**, vol. 26, 100263, 2022, DOI: 10.1016/j.jii.2021.100263

[11] Nnaji, C., Gambatese, J., Lee, H.W., and Zhang, F., "Improving Construction Work Zone Safety Using Technology: A Systematic Review of Applicable Technologies," **Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)**, vol. 7, no. 1, pp. 61-75, 2020, DOI: 10.1016/j.jtte.2019.11.003